

相模川橋の耐風安定性検討について ―全橋模型試験―

中日本高速道路(株) 正会員 ○小野 聖久 非会員 清田 洋

三菱重工鉄構エンジニアリング(株) 正会員 北川 淳一

三菱重工業(株) 正会員 四條 利久磨

1. はじめに

現在建設中の新東名高速道路相模川橋は、一級河川相模川を横過する橋長621.9mの鋼10径間連続合成2主鈑桁橋である。本橋は最大支間長68.6mに対して幅員が7.89～10.25mと狭く、風による振動が懸念された。また、上下線が独立した並列橋であり橋軸方向に並列間隔や幅員が変化する3次元性が強い特徴を有している。そこで、全橋模型風洞試験により振動発生風速・振幅を評価し、耐風安全性を確保するための対策の必要性について確認を行った。

2. 試験概要

三菱重工業(株)長崎研究所の大型汎用風洞(幅10m×高さ3m)内に、縮尺1/75の並列橋の全橋模型を設置し風洞試験を行った(写真1)。表1に振動諸元を示す。全橋模型は上下線の鉛直たわみ1次モード、ねじれ1次モードを再現した。測定時は、対象とするモードのみによる振動を把握するため、鉛直たわみモードとねじれモードを分離、すなわち片方のモード計測時は一方のモードが発現しないよう支点バネの調整やピアノ線による拘束を行った。風向は上り線風上風向、下り線風上風向の2風向とし、気流条件は一樣流および境界層乱流とした。乱れ条件は耐風設計便覧¹⁾に基づき粗度区分Ⅰを想定し、路面高度24.9mで乱れ強さ $I_u=13\%$ の境界層乱流をスパイヤーおよびラフネスブロックを設置して生成した(写真2)。また、事前のS-VFD²⁾で、遮音壁の設置により振動が抑制される可能性が示されたため、2mの遮音壁をP1～P6に設置した試験も実施した(写真3)。

表 1 構造諸元

項目	上り線	下り線
縮尺	1/75	1/75
桁幅	105.2～146.9mm (7.89～11.015m)	105.2～136.7mm (7.89～10.25m)
桁高	遮音壁無し	58.5mm (4.39m)
	2m 遮音壁	86.8mm (6.51m)
等価質量	2.23kg/m (14.91t/m)	2.11kg/m (12.19t/m)
等価極慣性モーメント	0.0044kgm ² /m (144.9tm ² /m)	0.0041kgm ² /m (135.6tm ² /m)
鉛直たわみ振動数	10.32Hz (1.415Hz)	9.87Hz (1.435Hz)
ねじれ振動数	14.60Hz (1.448Hz)	16.90Hz (1.529Hz)
対数構造減衰率	0.03	0.03

()内は実橋値

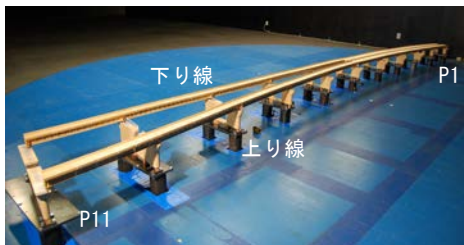


写真 1 全橋模型



写真 2 境界層乱流試験状況

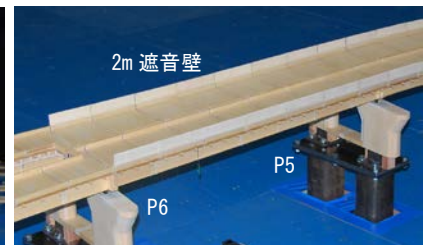


写真 3 2m 遮音壁設置状況

3. 試験結果

(1) 現状構造(遮音壁無し)(表2) 鉛直たわみモードは、上り線風上風向では上り線、下り線とも風速58m/sで、下り線風上風向では上り線54m/s、下り線60m/sで発散振動が発生しており、下り線風上風向の方が発散振動の開始が早い。ただし、照査風速(48.4m/s)内で有害な振動は発生せず、鉛直たわみ振動に対する安全性を有している。ねじれモードは、上り線風上風向では風速35m/s～63m/s、下り線風上風向では風速48m/s～68m/sにかけての限定的な風速域で、風上桁に最大片振幅が試験計測限界(3deg)を超える大きなねじれ振動が発生する。上り線風上風向の方が発生風速が低く、照査風速(53.2m/s)内で発生することから耐風性上クリティカルとなる。

(2) 遮音壁設置(2m)(表3) P1～P6に2m遮音壁を設置した場合、下り線風上風向、上り線風上風向とも、現状の風上桁において発生していた大振幅のねじれ振動が完全に抑制され照査風速内で有意な振動は発生しない。また、鉛直たわみ振動は、遮音壁無しから振動の発生性状に大きな変化は無く、照査風速内で有害な振動は発生しない。

キーワード：2主鈑桁橋、並列橋、ねじれ渦励振、全橋模型風洞試験、遮音壁

連絡先：〒105-6011 東京都港区虎ノ門4-3-1 中日本高速道路(株)東京支社 TEL:03-5776-5642

(3) 減衰付加試験(図1) 現状構造(遮音壁無し)で耐風性がクリティカルとなる上り線風上風向のねじれ振動において、構造減衰 δ を0.01ずつ増加させた結果、 $\delta=0.06$ で振動が完全に消滅する。

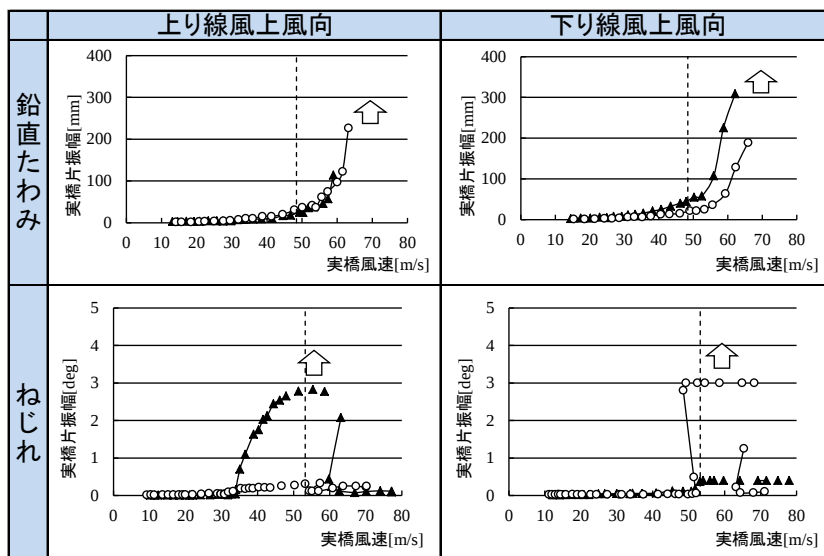
(4) 境界層乱流試験(図2) 上り線風上風向のねじれ振動に境界層乱流($I=13\%$)を作用させたところ、振動の発生風速が54m/sに上昇する。しかしながら、本橋で発生するねじれ振動はひとたび発生すると橋体の損傷に繋がる大きな振幅が生じること、現地の乱れ状況が不明なことを考慮し、不測の事態に対しても安全性を確保させるため、一様流中での試験結果を元に制振対策を検討することとした。

4. まとめ

相模川橋の現状構造(遮音壁無し)では上り線風上風向で35m/s、下り線風上風向で48m/sと照査風速(53.2m/s)以内に片振幅3degを超えるねじれ振動が発生するため、制振対策が必要と考えられる。制振対策として、①P1～P6に2m遮音壁を設置する案、②実橋振動実験および制振装置の設置により構造減衰を0.06以上確保させる案、③横構の追設によりねじれ固有振動数を上昇させ、振動発生風速を照査風速外にシフトさせる案、が考えられたが、恒久性および2主桁桁橋での適用実績を勘案し、制振対策として③の横構の追設を検討する予定である。

表2 全橋模型試験結果(現状構造)

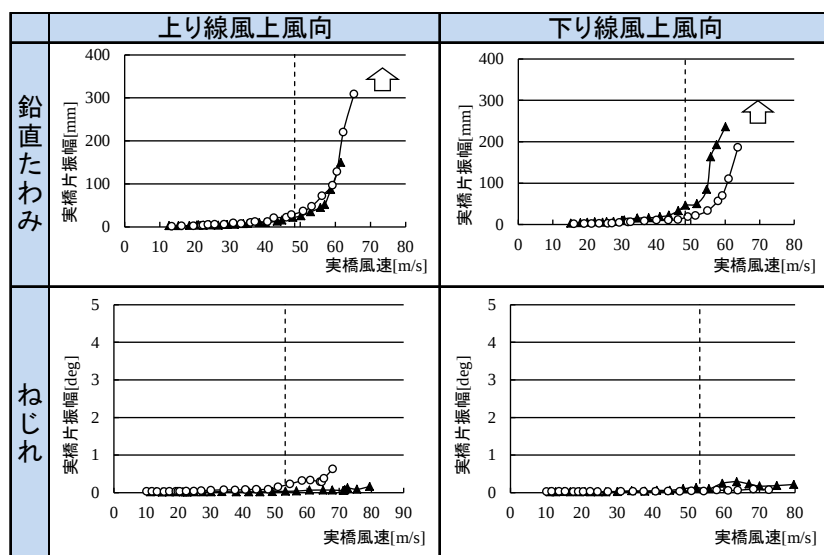
▲：上り線，○：下り線，—：照査風速(鉛直たわみ：48.4m/s，ねじれ：53.2m/s)



表中介は、計測限界を超える振幅が発生していることを示す。

表3 全橋模型試験結果(P1～P6に2m遮音壁設置)

▲：上り線，○：下り線，—：照査風速(鉛直たわみ：48.4m/s，ねじれ：53.2m/s)



表中介は、計測限界を超える振幅が発生していることを示す。

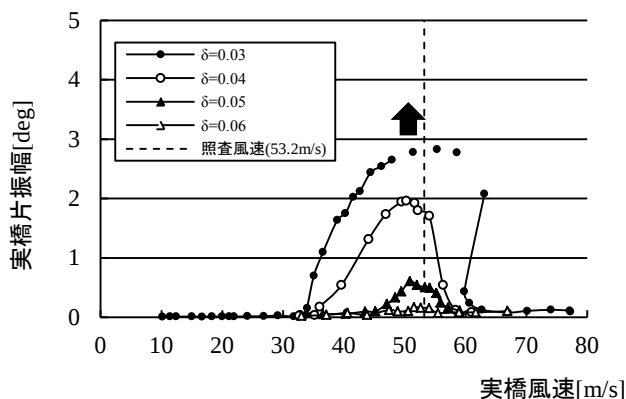


図1 減衰付加試験結果
(上り線風上風向，ねじれ振動，一様流)

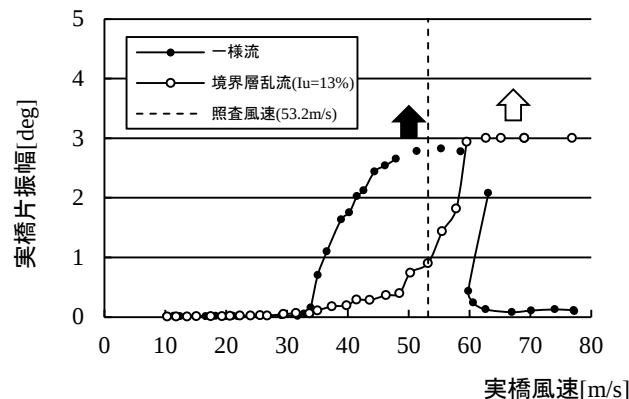


図2 一様流と境界層乱流の比較
(上り線風上風向，ねじれ振動， $\delta=0.03$)

参考文献

- 1) 日本道路協会：道路橋耐風設計便覧(平成19年改訂版)，平成19年12月
- 2) 小野，清田，北川，四條：相模川橋の耐風安定性検討について－簡易風洞試験－，土木学会第69回年次学術講演会，平成26年9月発表予定